

(12)特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関  
国際事務局



(43) 国際公開日  
2004 年 4 月 29 日 (29.04.2004)

PCT

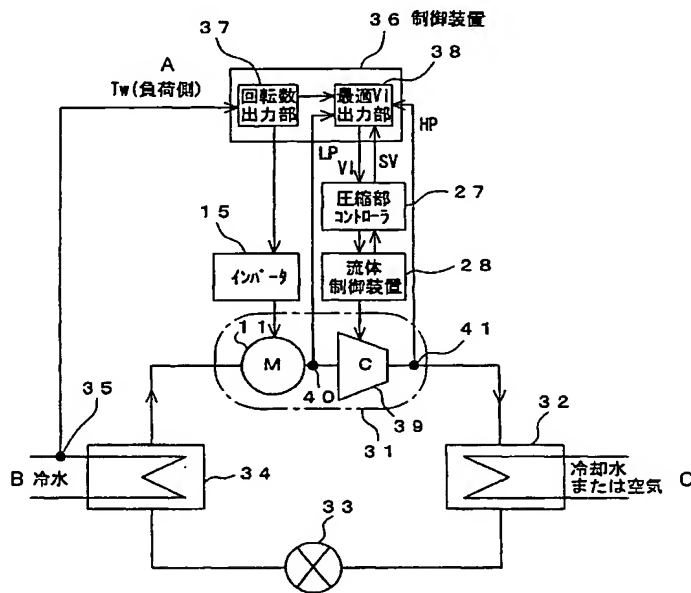
(10) 国際公開番号  
WO 2004/036045 A1

- (51) 国際特許分類<sup>7</sup>: F04C 18/16, 29/10  
〒530-8323 大阪府 大阪市 北区中崎西 2 丁目 4 番 1 2 号梅田センタービル Osaka (JP).
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2003/013117
- (22) 国際出願日: 2003 年 10 月 14 日 (14.10.2003)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:  
特願 2002-301870  
2002 年 10 月 16 日 (16.10.2002) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): ダイキン工業株式会社 (DAIKIN INDUSTRIES, LTD.) [JP/JP];
- (72) 発明者; および  
(75) 発明者/出願人 (米国についてののみ): 後藤 望 (GO-TOU, Nozomi) [JP/JP]; 〒592-8331 大阪府 堺市 築港新町 3 丁目 2 番地 ダイキン工業株式会社堺製作所臨海工場内 Osaka (JP). 大塚 要 (OHTSUKA, Kaname) [JP/JP]; 〒566-0044 大阪府 摂津市 西一津屋 1 番 1 号ダイキン工業株式会社淀川製作所内 Osaka (JP).
- (74) 代理人: 河宮 治, 外 (KAWAMIYA, Osamu et al.); 〒540-0001 大阪府 大阪市 中央区城見 1 丁目 3 番 7 号 I M P ビル 青山特許事務所 Osaka (JP).

(続葉有)

(54) Title: VARIABLE INNER VOLUME RATIO-TYPE INVERTER SCREW COMPRESSOR

(54) 発明の名称: 可変内部容積比式インバータスクリーウ圧縮機



A... LOAD SIDE  
37... REVOLUTION NUMBER OUTPUT SECTION  
36... CONTROL APPARATUS  
38... OPTIMUM VI OUTPUT SECTION  
27... COMPRESSION SECTION CONTROLLER  
28... FLUID CONTROL APPARATUS  
15... INVERTER  
B... COLD WATER  
C... COLD WATER OR AIR

(57) Abstract: Regulating compression capability to a load is performed by an inverter (15) that regulates the revolution number of an electric motor (11). This makes unload control in the capability regulation unnecessary, preventing operational efficiency from lowering. Further, a capacity control valve for capacity control is eliminated for a simplified valve controlling mechanism. Regulating a variable inner volume ratio achieves the highest compressor efficiency corresponding to operating condition (capability). When a low inner volume ratio command is issued, a slide valve (19) is moved by a compression portion controller (27) in an axial direction toward the electric motor (11). This advances the completion time of a compression step to advance the discharge of a compressed gas. When a high inner volume ratio command is issued, the slide valve (19) is moved in an axial direction toward a piston (25), which delays the time of completion of the compression step to delay the discharge of a compression gas.

(57) 要約: 負荷に対する能力調整は、インバータ (15) による電動機 (11) の回転数制御によって行う。こうして、能力調整時にアンロード制御を行う必要を無くして運転効率の低下を抑制する。さらに、容量制御を行う容量制御弁を無くして弁制御機構を簡素化する。一方、可変内部容積比は、運転状態(能力)に応じた最高の圧縮機効率になるように、低内部容積比指令時には、圧縮部コントローラ (27) によって、スライド弁 (19) を軸方向電動機 (11) 側に移動させて圧縮工程の終了時点を速めて圧縮

ガスを早く吐出させる。これに対して、高内部容積比指令時には、スライド弁 (19) を軸方向ピストン (25) 側に移動させて圧縮工程の終了時点を遅めて圧縮ガスを遅く吐出させる。

WO 2004/036045 A1



(81) 指定国 (国内): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, KE, KG, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

(84) 指定国 (広域): ARIPO 特許 (GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア特許 (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ特許

(AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI 特許 (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

— 国際調査報告書

2 文字コード及び他の略語については、定期発行される各 PCT ガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

## 明 細 書

## 可変内部容積比式インバータスクリーウ圧縮機

## 5 技術分野

この発明は、スクリーウ圧縮機の吸入容積と吐出容積との比である内部容積比を可変にした可変内部容積比式インバータスクリーウ圧縮機に関するものである。

## 背景技術

- 10 従来より、上記内部容積比を可変にした可変内部容積比式スクリーウ型圧縮機として、図7に示すようなものがある(例えば、特許第3159762号公報参照)。

- この可変内部容積比式スクリーウ型圧縮機では、上記内部容積比を変更する必要がある場合には、ステップモータ1によってロッド2を回転させて可変V I 弁3を例えば後退させる。その際に、容量制御弁4は、可変V I 弁3の後退と共に後退し、可変V I 弁3が新たな設定位置に固定された場合には可変V I 弁3に接触した状態で再び固定される。こうして、上記容量制御弁4の先端は、変動後の内部容積比に対応した位置まで後退して、新たに吐出ポート5の開口度を規定する。

- 20 この場合、上記内部容積比は、運転時のロータとケーシング7内壁とで形成される空間が吐出空間に連通する直前の圧力 $P_{d1}$ を検出し、この検出圧力 $P_{d1}$ と吐出圧力 $P_{d2}$ との差 $\Delta P$ を最小にするようにステップモータ1に信号を与えることによって指定される。あるいは、運転時の吸入圧力、吐出圧力等のパラメータを制御装置10で傾向解析することによって最適内部容積比を予測し、この最適内部容積比の値を表わす信号をステップモータ1に与えることによって指定される。

25 上記構成において、吸入孔6から吸入された流体は、ケーシング7内においてオスメスロータ(図示せず)によって圧縮された後に、吐出ポート5を経て吐出孔8に吐出される。

この状態で、可変内部容積比式スクリーウ型圧縮機に掛る負荷が変動し、容量

制御が必要となった場合には、その制御指令に基づいて油圧ピストン 9 が前進動作して容量制御弁 4 を必要量だけ前進させるので、可変 V I 弁 3 と容量制御弁 4 との間には隙間が生ずる。そして、圧縮途中の流体は可変 V I 弁 3 と容量制御弁 4 との隙間から吸入側にバイパスされるのである。

5       すなわち、上記特許第 3 1 5 9 7 6 2 号公報においては、全負荷能力 (1 0 0 % ロード) 時における運転時の高低圧力条件に合わせて最高の圧縮機効率になるように、容量制御弁 4 から吐出する圧縮ガスの内部容積比を可変にしているのである。

10       しかしながら、上記従来の特許第 3 1 5 9 7 6 2 号公報に開示された可変内部容積比式スクリュウ型圧縮機においては、以下のような問題がある。

すなわち、上記従来の変内部容積比式スクリュウ型圧縮機における可変内部容積比技術は、運転時の高低圧力条件に合わせて最高の圧縮機効率になるように吐出ポート 5 から吐出される圧縮ガスの内部容積比を可変にしているが、全負荷能力 (1 0 0 % ロード) 時に合わせた設定となっている。そして、部分負荷能力時 (パートロード時) においては、圧縮途中の流体を可変 V I 弁 3 と容量制御弁 4 との隙間から吸入側にバイパスすることによって、能力調整 (アンロード制御) を行っているために効率が悪いと言う問題がある。

15       また、内部容積比を変更する可変 V I 弁 3 と容量制御を行う容量制御弁 4 とを備えているため、内部容積比変更時の可変 V I 弁 3 制御機構と容量制御時の容量制御弁 4 制御機構とを個別に備える必要があり、弁制御機構が複雑であると言う問題もある。

#### 発明の開示

25       そこで、この発明の目的は、負荷 (運転条件) に応じて常時最大効率運転が可能な可変内部容積比式スクリュウ型圧縮機を提供することにある。

上記目的を達成するため、この発明の可変内部容積比式インバータスクリュウ圧縮機は、スクリュウ圧縮部における圧縮工程の終了時点を変更することによって内部容積比を可変にする可変内部容積比弁と、上記スクリュウ圧縮部を回転駆動する電動機と、上記電動機の回転周波数を負荷に応じて制御するインバータを

備えたことを特徴としている。

上記構成によれば、負荷に応じて圧縮能力を調整する場合には、インバータによって電動機の回転周波数が制御される。こうして、アンロード制御を行うことなく能力調整が行われる。そして、調整された上記電動機の回転周波数に応じた  
5 最高の圧縮機効率になるように、可変内部容積比弁の開度が制御されて、スクリー  
ュー圧縮部における圧縮工程の終了時点が設定される。その結果、負荷に応じて  
常時最大効率運転が可能になる。

また、この発明の可変内部容積比式インバータスクリーュー圧縮機は、上記スク  
リーュー圧縮部における吸入側圧力および吐出側圧力と上記電動機の回転周波数と  
10 に基づいて、上記可変内部容積比弁の開度を制御する制御部を備えたことを特徴  
としている。

上記構成によれば、上記可変内部容積比時には、制御部によって、上記スク  
リーュー圧縮部における吸入側圧力および吐出側圧力と上記電動機の回転周波数とに  
基づいて、上記可変内部容積比弁の開度が制御される。したがって、予め定めら  
15 れた圧縮比と電動機の回転周波数と最適内部容積比との関係を用いることによっ  
て、上記内部容積比が、上記インバータによって調整された上記電動機の回転周  
波数に応じた最高の圧縮機効率になるように、的確且つ容易に制御される。

#### 図面の簡単な説明

20 図1A、1Bは、この発明の可変内部容積比式インバータスクリーュー圧縮機に  
おける要部構成図である。

図2は、図1に示す可変内部容積比式インバータスクリーュー圧縮機における能  
力・内部容積比制御系を示す図である。

図3は、図2とは異なる能力・内部容積比制御系を示す図である。

25 図4は、圧縮比と最適内部容積比との各運転周波数毎の関係を示す図である。

図5は、冷凍能力と圧縮機効率との各圧縮比毎の関係を示す図である。

図6A、6Bは、スクリーュー型圧縮機における内容積と圧力との関係を示す図  
である。

図7は、従来の可変内部容積比式スクリーュー型圧縮機の断面図である。

発明を実施するための最良の形態

以下、この発明を図示の実施の形態により詳細に説明する。図1は、本実施の形態の可変内部容積比式インバータスクリュウ圧縮機における概略構成図である。尚、図1Aは低内部容積比時を示しており、図1Bは高内部容積比時を示している。

図1において、11は電動機であり、ケーシング(図示せず)に対して固定されたステータ12と主軸14の一端側に固定されて回転するロータ13とを有している。電動機11は、インバータ15によってインバータ駆動される。上記主軸14の両端は軸受16, 17で支持されており、主軸14の他端側にはスクリュウロータ18が取り付けられている。そして、電動機11によって主軸14が回転されるとスクリュウロータ18が回転して、外周面のスクリュウ溝(図示せず)によって吸入ガスが圧縮される。軸方向に所定長の吐出口20を有すると共に、スクリュウロータ18の外周面に対向した円筒状のスライド弁19が設けられており、スクリュウロータ18で圧縮されたガスは吐出口20から吐出される。

上記スライド弁19の反電動機11側の端面には支持板21によって摺動自在に支持された複数のロッド22の一端が取り付けられている。そして、各ロッド22の他端は1枚の連結板23に取り付けられている。支持板21における反スクリュウロータ18側の表面中央にはシリンダ24が設けられ、このシリンダ24に収納されたピストン25の反スクリュウロータ18側に取り付けられたピストンロッド26の先端には、連結板23が取り付けられている。こうして、ピストン25の軸方向への移動に連れてピストンロッド26, 連結板23およびロッド22を介してスライド弁19が軸方向へ移動するようになっている。

上記シリンダ24内におけるピストン25の両側の作動室に給排される作動流体は、圧縮部コントローラ27からの制御信号に基づいて、流体制御装置28によって制御される。尚、上記流体制御装置28の具体的構成は、内部容積比を低下させる場合には、図1Aに示すごとくピストン25をスクリュウロータ18側に移動させる一方、内部容積比を上昇させる場合には、図1Bに示すごとくピストン25を反スクリュウロータ18側に移動させる構成を有していれば、特に限

定するものではない。

上記構成の可変内部容積比式インバータスクリュー圧縮機においては、負荷に対する能力調整は、インバータ 15 による電動機 11 の回転数制御によって行う。こうすることによって、能力調整時にアンロード制御を行う必要が無く、運転効  
5 率の低下を抑制できる。さらに、容量制御を行う容量制御弁を無くすことができ、弁制御機構を簡素化することができるのである。

これに対して、上記可変内部容積比は、運転状態に応じた最高の効率になるように、スライド弁 19 の位置を圧縮部コントローラ 27 によって制御するのである。そして、低内部容積比指令時には、スライド弁 19 (つまり、吐出口 20 の  
10 開始位置)を軸方向電動機 11 側に移動させることによって、圧縮部における圧縮工程の終了時点を速めて圧縮ガスを早く吐出させる。一方、高内部容積比指令時には、スライド弁 19 (つまり、吐出口 20 の開始位置)を軸方向ピストン 25 側に移動させることによって、圧縮部における圧縮工程の終了時点を遅めて圧縮ガスを遅く吐出させるのである。すなわち、本実施の形態においては、上記可変  
15 内部容積比弁をスライド弁 19 によって構成するのである。

そして、上述のようにして、上記インバータ 15 によって電動機 11 の回転数が設定され、圧縮部コントローラ 27 によってスライド弁 19 の位置が設定されると、吸入口から吸入された吸入ガスは、電動機 11 内を通過してスクリーロータ 18 に導かれる。そして、スクリーロータ 18 の外周面に形成された上記  
20 スクリュー溝によって圧縮され、スライド弁 19 の吐出口 20 から吐出されるのである。

以下、本実施の形態における電動機 11 の回転数制御およびスライド弁 19 の位置制御について述べる。

図 2 は、本可変内部容積比式インバータスクリュー圧縮機における能力・内部  
25 容積比制御系を示す図である。図 2 においては、冷凍機に搭載されて冷媒を圧縮加熱するスクリー圧縮機 31 を例に説明する。

上記冷凍機は、スクリー圧縮機 31、凝縮器 32、膨張弁 33 および蒸発器 34 が順次環状に接続されて構成されている。そして、スクリー圧縮機 31 から吐出された高温高圧の冷媒は凝縮器 32 で冷却水または空気との熱交換によって

凝縮され、低温高圧の液冷媒となって膨張弁 33 に供給される。そして、膨張弁 33 で減圧された低温低圧の液冷媒は、蒸発器 34 で水との熱交換によって蒸発し、低圧の気体となってスクリー圧縮機 31 に戻る。そして、蒸発器 34 で冷却された冷水が冷房に用いられる。

5       上記蒸発器 34 の冷媒管には温度センサ 35 が取り付けられ、この温度センサ 35 からの冷却水温  $T_w$  を表す検出信号が制御装置 36 の回転数出力部 37 に入力される。そうすると、回転数出力部 37 は、入力された検出信号に基づく冷却水温  $T_w$  を負荷側の情報として、例えば設定温度との差に基づいて、必要とする冷凍能力を得るための電動機 11 の回転周波数  $Hz$  を算出し、制御装置 36 の最適内部容積比出力部 38 とインバータ 15 とに出力する。インバータ 15 は、上記受け取った回転周波数  $Hz$  に基づいて電動機 11 の回転数を制御する。こうして、負荷に対する能力調整が行われるのである。

10       一方、上記スクリーロータ 18 およびスライド弁 19 を含むスクリー圧縮部 39 の吸込み側には低圧側圧力センサ 40 が取り付けられ、吐出側には高圧側圧力センサ 41 が取り付けられている。そして、低圧側圧力センサ 40 からの低圧力  $LP$  を表す検出信号と、高圧側圧力センサ 41 からの高圧力  $HP$  を表す検出信号とが、最適内部容積比出力部 38 に入力される。そうすると、最適内部容積比出力部 38 は、入力された検出信号に基づく吸込み側の低圧力  $LP$  と吐出側の高圧力  $HP$  とに基づいて、電動機 11 の回転数設定後における運転状況を検知する。そして、低圧力  $LP$  と高圧力  $HP$  と回転数出力部 37 からの回転周波数  $Hz$  とに基づいて演算処理を行い、現在の回転周波数  $Hz$  における最適内部容積比を算出して圧縮部コントローラ 27 に出力する。そうすると、圧縮部コントローラ 27 は、上記受け取った内部容積比に基づいて流体制御装置 28 の動作を制御する。こうして、運転状況に応じた内部容積比制御が行われるのである。

25       ところで、上記流体制御装置 28 の構成が、スライド弁 19 の軸方向への移動に比例した動作を行う要素(パイロット弁を操作する外部駆動モータ等)を有している場合には、上記要素の動作位置によってスライド弁 19 の位置を検知することができる。その場合には、流体制御装置 28 からのスライド弁 19 の位置  $SV$  を表す検出信号を、圧縮部コントローラ 27 を介してまたは直接最適内部容積比



出力部 38 に入力する。そして、最適内部容積比出力部 38 では、上記受け取ったスライド弁 19 の位置 S V に基づいて現在の内部容積比值を求めて、最適内部容積比值をフィードバック制御するのである。こうすることによって、精度良く可変内部容積比制御を行うことができるのである。

5       尚、上記流体制御装置 28 の構成が、スライド弁 19 の位置を検知できない構成(例えば、配管と電磁弁とで構成)である場合には、最適内部容積比出力部 38 は、起動時からの出力内部容積比值を積算しておく。そして、この積算内部容積比值を現在の内部容積比值として最適内部容積比值への制御量  $\Delta V I$  を算出することによって、フィードバック制御を行うことができる。

10       図 3 は、図 2 とは異なる能力・内部容積比制御系を示す図である。図 3 においてもスクリー圧縮機 31 を冷凍機に搭載している。また、制御装置 51 およびインバータ 54 は図 2 とは異なる構成を有している。以下、図 2 と同じ部材には同じ番号を付して制御装置 51 およびインバータ 54 の動作について主に説明する。

15       図 2 の場合と同様に、温度センサ 35 からの冷却水温  $T_w$  を表す検出信号が制御装置 51 の回転数出力部 52 に入力される。また、低圧側圧力センサ 40 からの低圧力  $L P$  を表す検出信号と高圧側圧力センサ 41 からの高圧力  $H P$  を表す検出信号とが、制御装置 51 の最適内部容積比出力部 53 に入力される。そして、回転数出力部 52 によって、冷却水温  $T_w$  に基づいて必要とする冷凍能力を得るための電動機 11 の回転周波数  $Hz$  が算出され、インバータ 54 によって電動機 11 の回転数が制御される。こうして、負荷に対する能力調整が行われる。

20       本実施の形態におけるインバータ 54 は、上記電動機 11 の駆動電圧  $V$  および駆動電流  $A$  を(または駆動電力  $W$  を)検出可能になっており、この検出した駆動電圧  $V$  および駆動電流  $A$  を(または駆動電力  $W$  を)回転数出力部 52 に返送する。そして、回転数出力部 52 によって、上記算出された回転周波数  $Hz$  と上記受け取った駆動電圧  $V$  および駆動電流  $A$  とが(または駆動電力  $W$  とが)、最適内部容積比出力部 53 に送出される。

25       そうすると、上記最適内部容積比出力部 53 は、図 2 の場合と同様に、圧力センサ 40, 41 からの低圧力  $L P$  および高圧力  $H P$  と回転数出力部 52 からの回

転周波数Hzと流体制御装置28からのスライド弁19の位置SVとに基づいて演算処理を行い、最適内部容積比への制御量 $\Delta V I$ を算出して、圧縮部コントローラ27に出力する。

さらに、本実施の形態においては、上記最適内部容積比出力部53によって、  
5 回転数出力部52からの駆動電圧Vおよび駆動電流A(または駆動電力W)の変化推移が記憶される。そして、上述した内部容積比動作を繰り返しながら、駆動電圧Vおよび駆動電流A(または駆動電力W)が最小になるように内部容積比制御を行うのである。

以後、図2の場合と同様に、上記圧縮部コントローラ27によって、上記受け  
10 取った制御量 $\Delta V I$ に基づいて流体制御装置28の動作が制御されて、運転状況に応じた内部容積比がフィードバック制御される。

尚、その場合に、図2の場合と同様に、上記流体制御装置28の構成がスライド弁19の位置を検知できない構成である場合には、最適内部容積比出力部53は、起動時からの出力内部容積比值を積算した積算内部容積比值を現在の内部容  
15 積比值として、最適内部容積比の制御量 $\Delta V I$ を算出するのである。

ところで、図2および図3に示す制御装置36, 51の最適内部容積比出力部38, 53においては、演算処理を行って最適内部容積比への制御量 $\Delta V I$ を算出するようにしている。しかしながら、低压側圧力センサ40からの低压力LPと、高压側圧力センサ41からの高压力HPと、回転数出力部37, 52からの  
20 回転周波数Hzとを、順次メモリに格納しておく。そして、低压力LPと高压力HPと回転周波数Hzとを前回の内部容積比動作時の低压力LPと高压力HPと回転周波数Hzと比較し、それらの変化の推移に基づいて最適内部容積比への制御量 $\Delta V I$ を求めるようにすることも可能である。

図4は、上記高压側圧力センサ41からの高压力HPと低压側圧力センサ40からの低压力LPとの比( $HP/LP$ )で表わされる圧縮比と、最適内部容積比との、  
25 運転周波数Hz( $=30\text{ Hz}, 60\text{ Hz}, 90\text{ Hz}$ )毎の関係を示す。図4中直線は、 $V I = (HP/LP)^{1/k}$  ( $k$ : 冷媒比熱比)で示される理論値である。このような圧縮比と最適内部容積比と運転周波数Hzとの関係を冷媒毎に求め、図2および図3に示す最適内部容積比出力部38, 53によって演算処理を行う際の演算式

に上記関係を盛り込むのである。

こうすることによって、上記最適内部容積比出力部 38, 53 による演算処理によって現在の回転周波数Hzにおける最適内部容積比への制御量 $\Delta V I$ を的確に算出することができるのである。

5       以上のごとく、本実施の形態においては、スクリー圧縮機における電動機 11 を、インバータ 15 によってインバータ駆動するようにしている。また、吐出の開始位置を規定するスライド弁 19 の軸方向位置を、圧縮部コントローラ 27 からの制御信号に基づいて流体制御装置 28 によってシリンダ 24 内の作動室に給排される作動流体を制御することによって、制御するようにしている。

10       そして、負荷に対する能力調整は、制御装置 36, 51 を構成する回転数出力部 37, 52 によって、冷却水温  $T_w$  を負荷側の情報として必要とする冷凍能力を得るための回転周波数Hzを算出し、インバータ 15, 54 によって電動機 11 の回転数をこの回転周波数Hzになるように制御することによって行うようにしている。したがって、能力調整時におけるアンロード制御の必要性を無くして、運  
15       転効率の低下を抑制することができる。さらに、容量制御を行う容量制御弁を無くして、弁制御機構を簡素化することができるのである。

さらに、上記可変内部容積比は、上記制御装置 36, 51 の最適内部容積比出力部 38, 53 によって、吸込み側の低圧力  $L P$  と吐出側の高圧力  $H P$  と回転周波数Hzとに基づいて演算処理を行って現在の回転周波数Hzにおける最適内部容積比(または $\Delta V I$ )を算出し、圧縮部コントローラ 27 および流体制御装置 28  
20       でスライド弁 19 の軸方向位置を設定して吐出の開始位置を規定することによって行うようにしている。したがって、電動機 11 の回転周波数Hzに応じた最高の圧縮機効率になるように、内部容積比を設定することができる。

したがって、この実施の形態によれば、負荷に対する能力調整を行うためにスクリー圧縮機 31 の回転周波数Hzを制御した場合における圧縮機効率の低下  
25       を、最小限に抑えることができるのである。

図 5 は、冷凍能力と圧縮機効率との関係を示す。横軸は冷凍能力  $Q$  を示し、従来の可変内部容積比とアンロード制御とを併用した可変内部容積比式スクリー圧縮機における 60 Hz 時における冷凍能力を 100% とした百分率で表わして

いる。一方、縦軸は圧縮機効率を示している。さらに、上記圧縮比を 2.1, 3.9, 5.5, 7.9 に変化させている。

図によれば、本実施の形態における可変内部容積比とインバータ制御とを併用した可変内部容積比式インバータスクリュー圧縮機の場合は、可変内部容積比とアンロード制御とを併用した従来の可変内部容積比式スクリュー圧縮機の場合に比較して、100%以下の冷凍能力Qにおいて、何れの圧縮比の場合であっても圧縮機効率を高めることができる。然も、低冷凍能力である程より大きく圧縮機効率を高めることができ、より大きな効果を得ることができる。また、本可変内部容積比式インバータスクリュー圧縮機の場合には、負荷に対する能力調整をインバータ制御によって行っている。したがって、100%以上の能力調整を行うことができるのである。尚、負荷に対する能力調整をアンロード制御によって行う従来のスクリュー圧縮機の場合には、当然ながら100%以上の能力調整を行うことはできない。

ところで、スクリュー圧縮機の場合には、同じ圧力条件下においても回転周波数によって内圧に差が生ずるために、各周波数に応じた最適な内部容積比の値が存在することになる。図6に、周波数30Hzの場合(図6A)と周波数90Hzの場合(図6B)とにおける内容積と圧力との関係を示す。図中点線は、内部容積比を周波数60Hzにおける最適内部容積比値に固定した固定内部容積比の場合における内容積と圧力との関係を示す曲線である。尚、一点鎖線は、理論断熱圧縮時における内容積と圧力との関係を示す曲線である。上記固定内部容積比においては、周波数30Hzの場合には、時点(A)で圧縮不足が発生して圧力が急激に減少している。また、周波数90Hzの場合には、時点(B)で過圧縮が発生して圧力が理論値よりもかなり増大している。以上のことから、単純にスクリュー圧縮機の容量制御にインバータを適用することはできないのである。

ところが、本実施の形態のごとく、可変内部容積比にすることによって、実線で示すように、固定内部容積比時に周波数30Hzの場合に発生していた圧縮不足を無くすと共に、圧力変動の幅を小さくすることができる。また、固定内部容積比時に周波数90Hzの場合に、発生していた過圧縮を無くして圧力変動の幅を小さくすることができるのである。

尚、上記実施の形態においては、本可変内部容積比式インバータスクリュー圧縮機における能力・内部容積比制御系の説明を冷凍機に適用された場合を例に行っているが、この発明はこれに限定されるものではない。要は、図2および図3において、制御装置36, 51の回転数出力部37, 52に入力される検出信号が、  
5 負荷の状態を表す信号であればよいのである。

## 請求の範囲

1. スクリュー圧縮部(39)における圧縮工程の終了時点を変更することによって、内部容積比を可変にする可変内部容積比弁(19)と、

- 5      上記スクリュー圧縮部(39)を回転駆動する電動機(11)と、  
        上記電動機(11)の回転周波数を負荷に応じて制御するインバータ(15)  
        を備えたことを特徴とする可変内部容積比式インバータスクリュー圧縮機。

2. 請求項1に記載の可変内部容積比式インバータスクリュー圧縮機において、

- 10      上記スクリュー圧縮部(39)における吸入側圧力および吐出側圧力と、上記電動機(11)の回転周波数とに基づいて、上記可変内部容積比弁(19)の開度を制御する制御部(36, 51, 27, 28)を備えたことを特徴とする可変内部容積比式インバータスクリュー圧縮機。

1/7

Fig. 1A

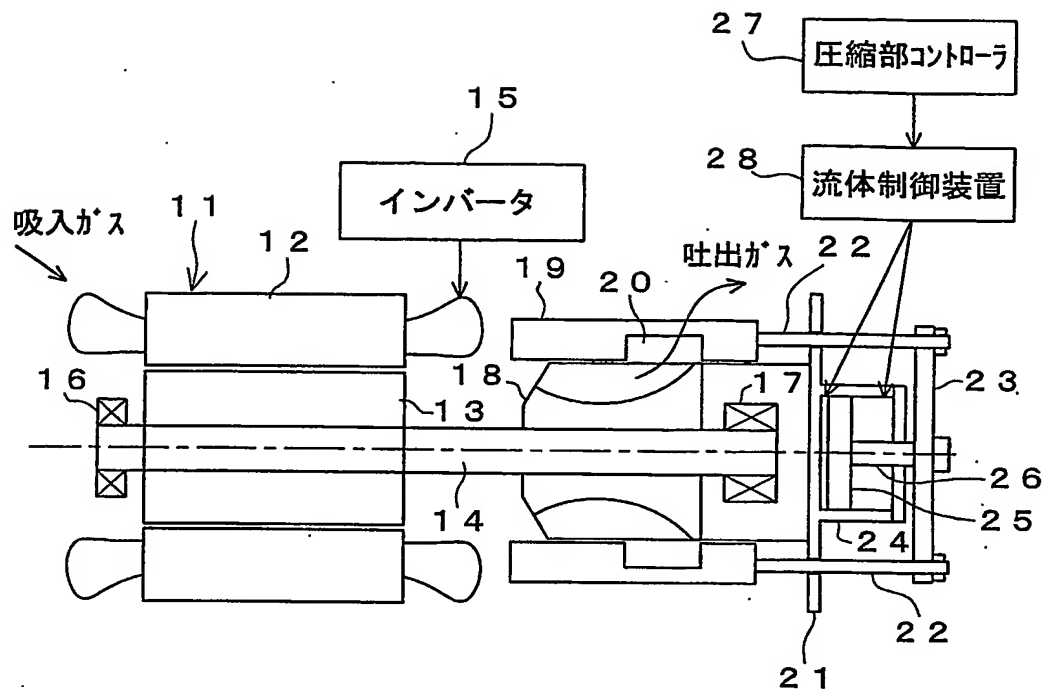
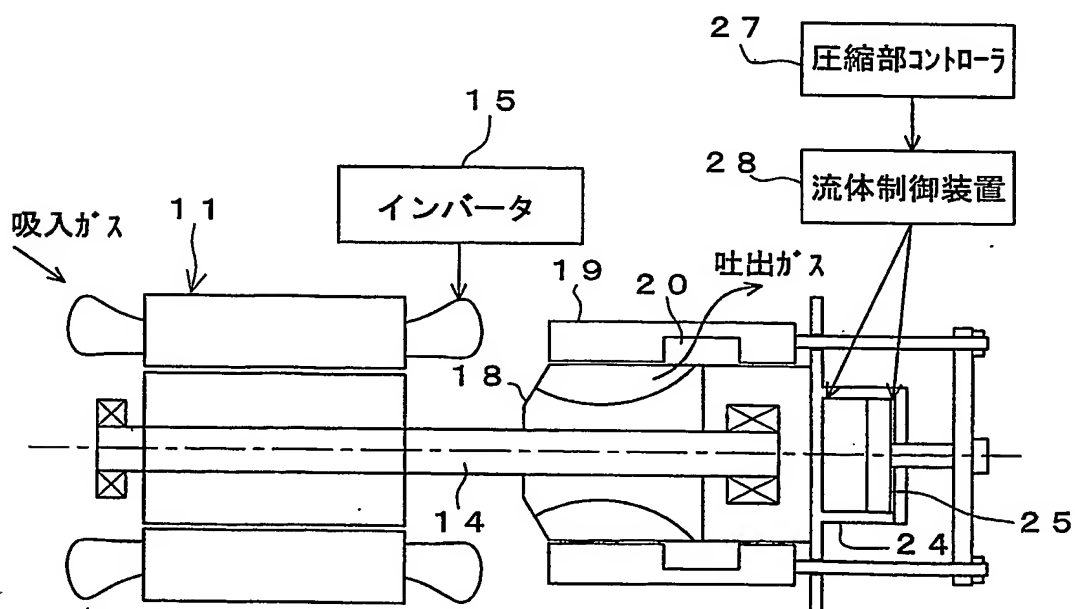


Fig. 1B



*F i g. 2*

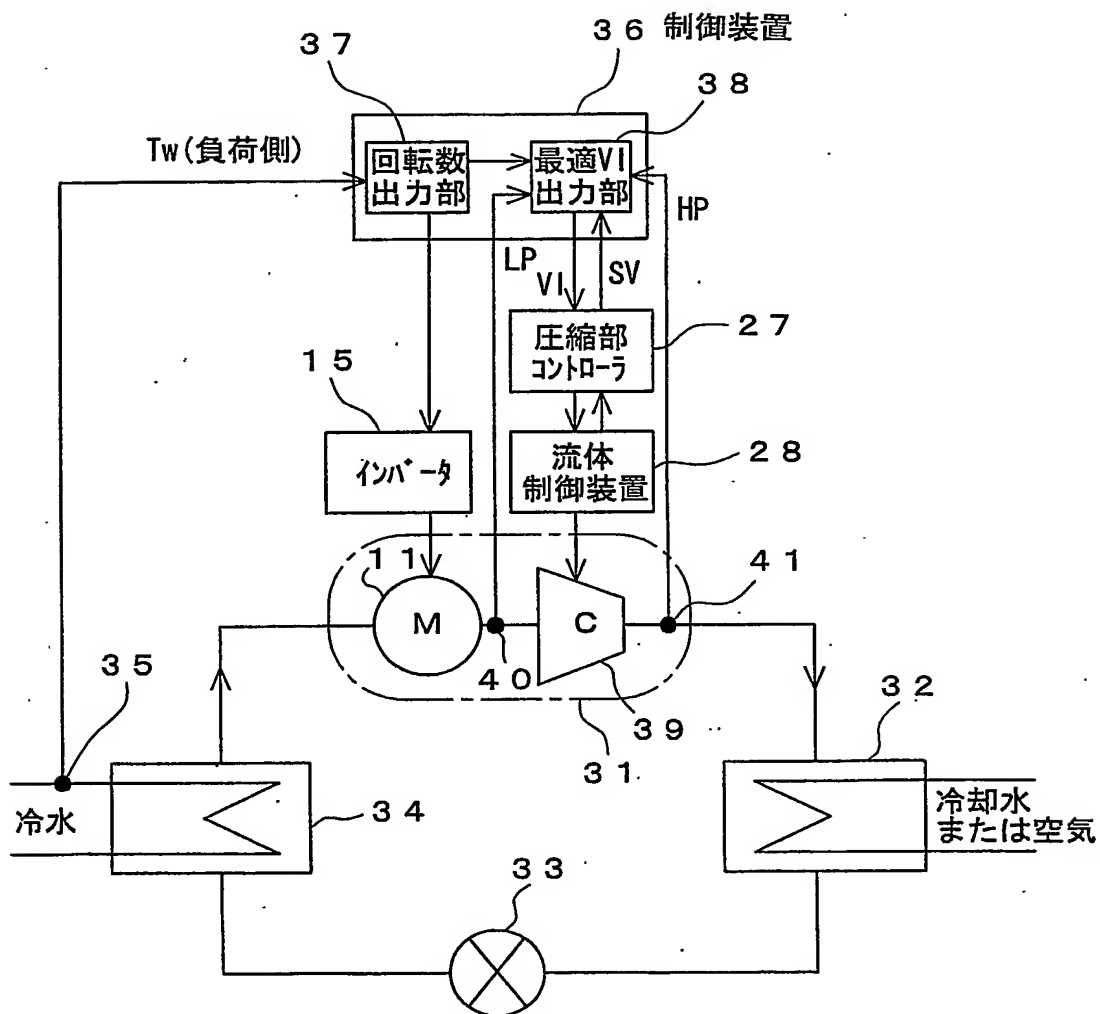




Fig. 3

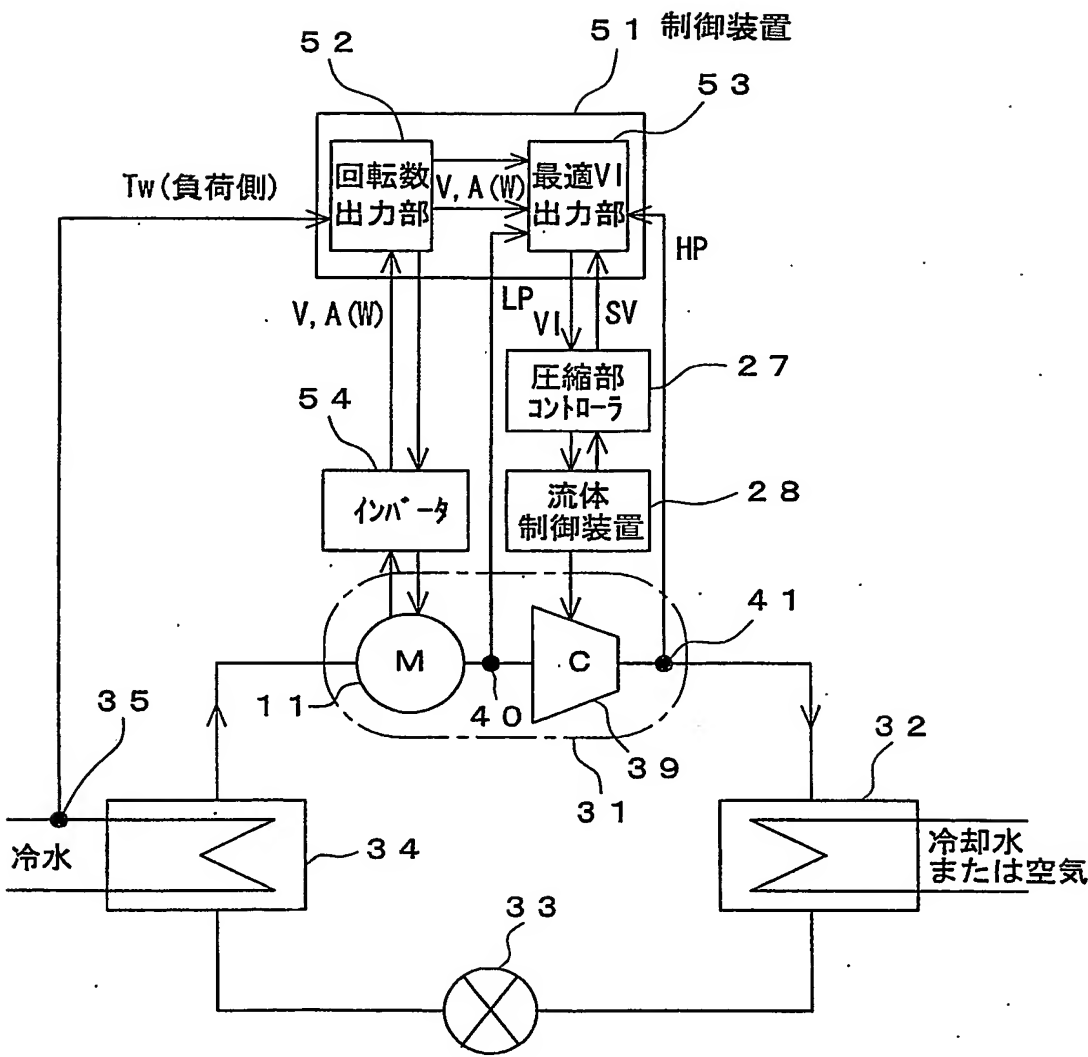


Fig. 4

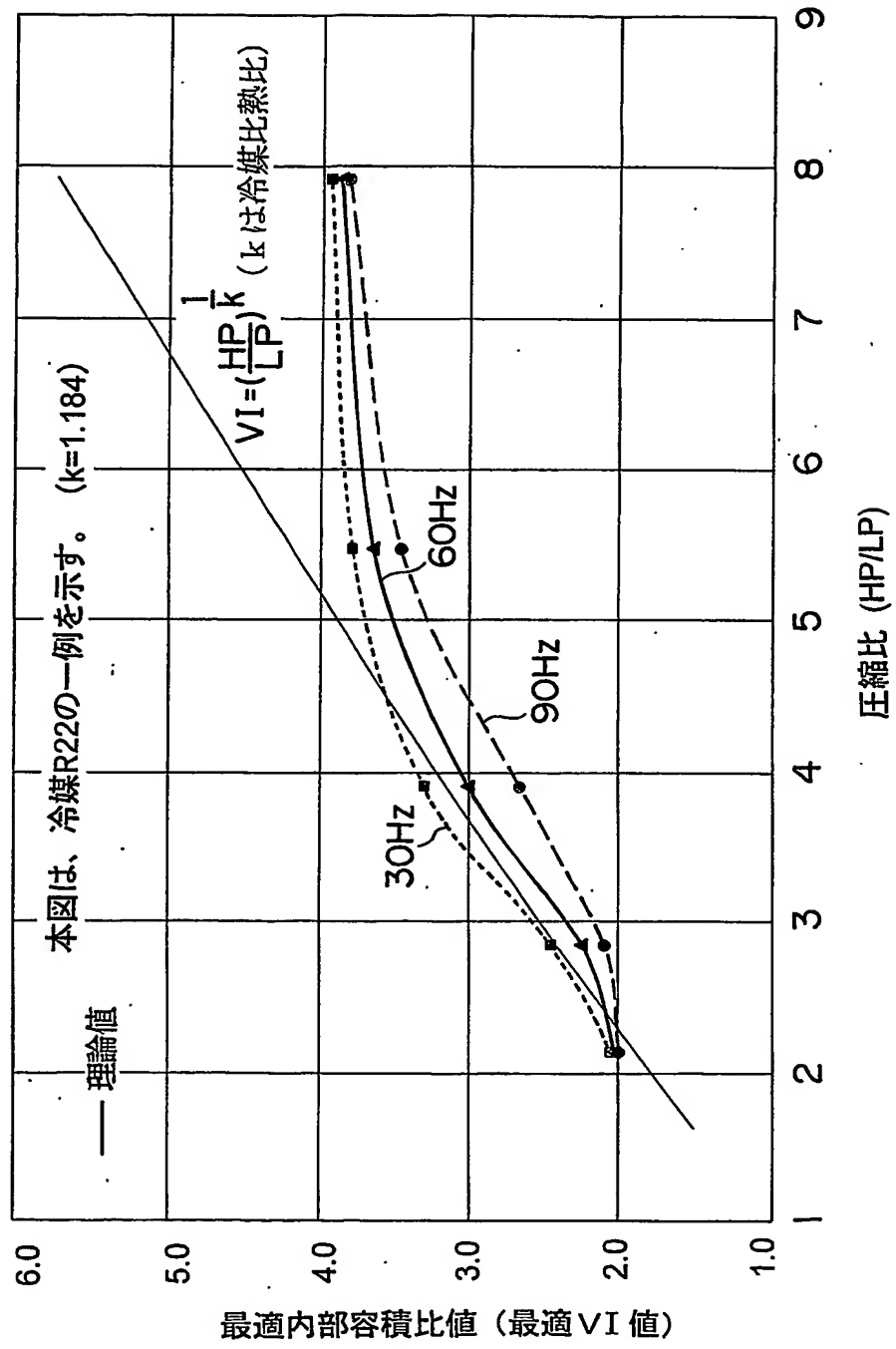
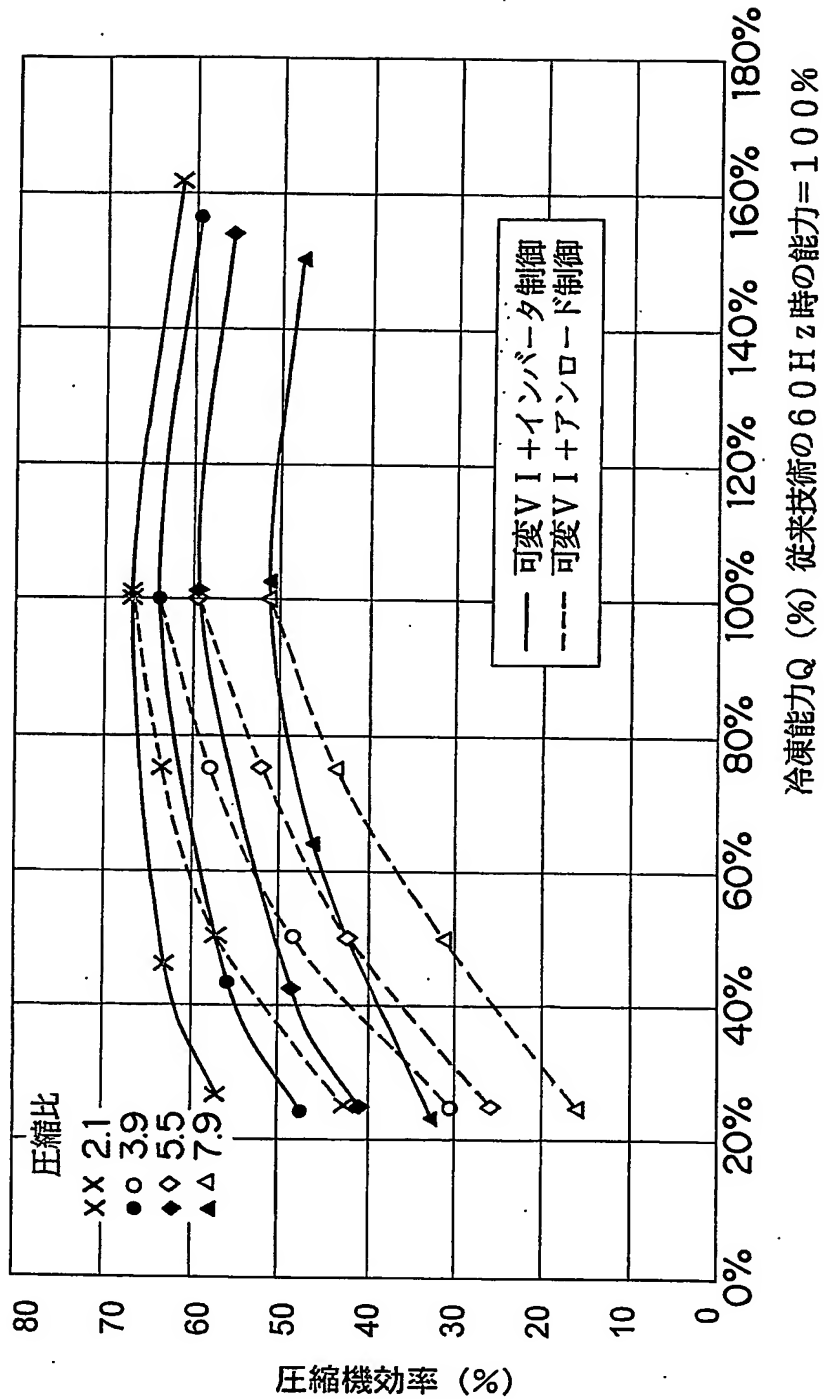


Fig. 5



6/7

Fig. 6A

30Hz

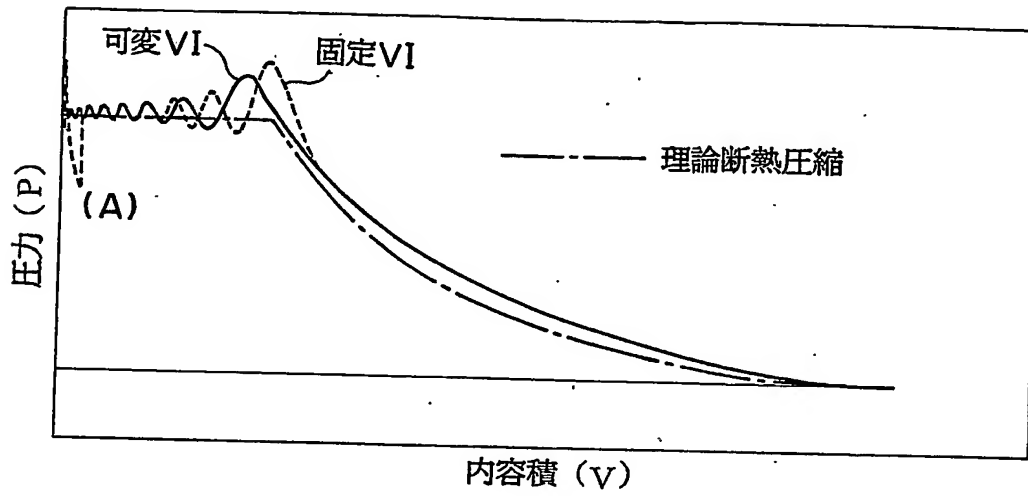
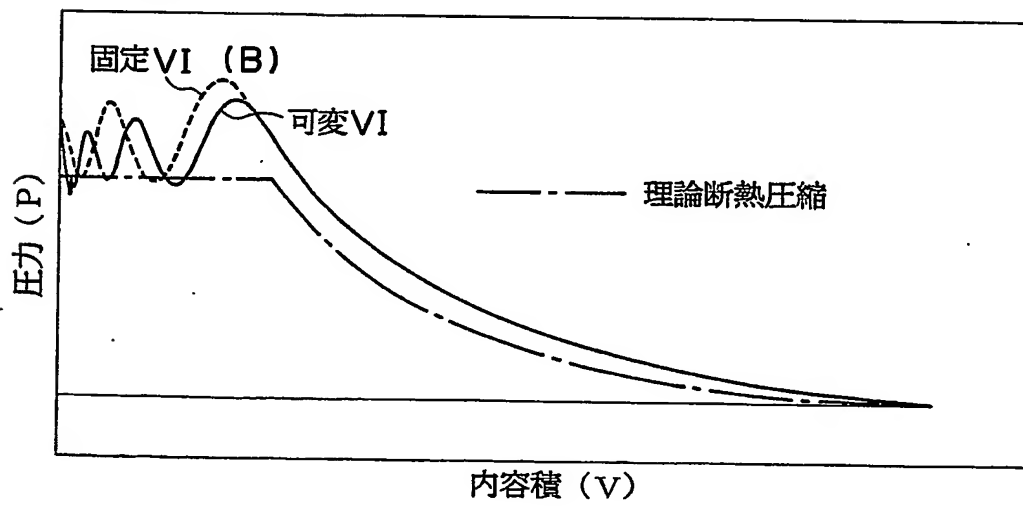
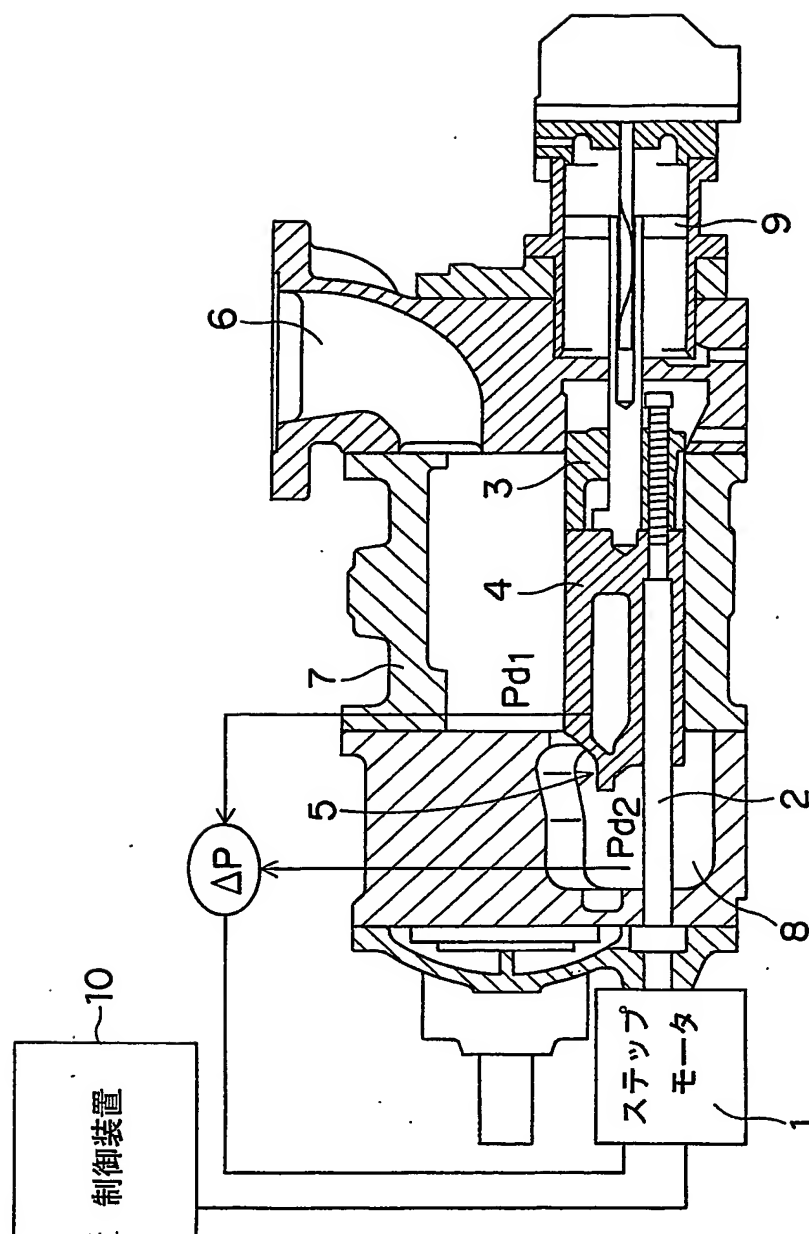


Fig. 6B

90Hz



*F i g. 7*



# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.  
PCT/JP03/13117

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl<sup>7</sup> F04C18/16, F04C29/10

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)  
Int.Cl<sup>7</sup> F04C18/16, F04C29/00, F04C29/10

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched  
Jitsuyo Shinan Koho 1922-1996 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2004  
Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2004 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2004

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)  
WPI

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 3354705 B2 (Hitachi, Ltd.), 27 September, 2002 (27.09.02), Claim 3; all drawings (Family: none)	1-2
Y	JP 3261430 B2 (Hitachi, Ltd.), 21 December, 2001 (21.12.01), Claim 2; Figs. 1 to 3 (Family: none)	1-2
A	JP 2001-280275 A (Hitachi, Ltd.), 10 October, 2001 (10.10.01), Full text; all drawings (Family: none)	1-2

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents: "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier document but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art "&" document member of the same patent family
---	--

Date of the actual completion of the international search  
14 January, 2004 (14.01.04)

Date of mailing of the international search report  
27 January, 2004 (27.01.04)

Name and mailing address of the ISA/  
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP03/13117

## C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2000-283071 A (Kobe Steel, Ltd.), 10 October, 2000 (10.10.00), Full text; all drawings (Family: none)	1-2
A	JP 3159762 B2 (Mayekawa Mfg., Ltd.), 16 February, 2001 (16.02.01), Full text; all drawings (Family: none)	1-2
A	US 6461112 B1 (Hitachi, Ltd.), 08 October, 2002 (08.10.02), Full text; Figs. 1 to 6 & CN 1327126 A                      & DE 10047940 A1 & JP 2001-342982 A                  & KR 345843 B	1-2

<b>A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))</b> Int. Cl <sup>1</sup> F04C18/16, F04C29/10		
<b>B. 調査を行った分野</b> 調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC)) Int. Cl <sup>1</sup> F04C18/16, F04C29/00, F04C29/10		
最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの 日本国実用新案公報 1922-1996年, 日本国登録実用新案公報 1994-2004年 日本国公開実用新案公報 1971-2004年 日本国実用新案登録公報 1996-2004年		
国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語) WPI		
<b>C. 関連すると認められる文献</b>		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
Y	JP 3354705 B2 (株式会社日立製作所) 2002.09.27、請求項3及び全図。 (ファミリーなし)	1-2
Y	JP 3261430 B2 (株式会社日立製作所) 2001.12.21、請求項2及び図1~3。 (ファミリーなし)	1-2
<input checked="" type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。 <input type="checkbox"/> パテントファミリーに関する別紙を参照。		
* 引用文献のカテゴリー 「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの 「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの 「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す) 「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献 「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願日の後に公表された文献 「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの 「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの 「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの 「&」 同一パテントファミリー文献		
国際調査を完了した日 14.01.2004	国際調査報告の発送日 27.1.2004	
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁 (ISA/JP) 郵便番号100-8915 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号	特許庁審査官 (権限のある職員) 杉山 豊博	3T 9038
電話番号 03-3581-1101 内線 3355		



C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
A	JP 2001-280275 A (株式会社日立製作所) 2001. 10. 10、全文及び全図 (ファミリーなし)	1-2
A	JP 2000-283071 A (株式会社神戸製鋼所) 2000. 10. 10、全文及び全図 (ファミリーなし)	1-2
A	JP 3159762 B2 (株式会社前川製作所) 2001. 02. 16、全文及び全図 (ファミリーなし)	1-2
A	US 6461112 B1 (Hitachi, Ltd.) 2002. 10. 08、全文及びFIG. 1~6 &CN 1327126 A &DE 10047940 A1 &JP 2001-342982 A &KR 345843 B	1-2